

INTRODUCCIÓN.

Las energías renovables han sido un factor clave en la generación de energías limpias y a nivel mundial cada vez crece más su participación.

Su papel a nivel mundial es muy importante para poder cubrir la demanda de energía futura debido a que provienen de recursos inagotables y se caracterizan por no emitir gases de invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC) y clorofluorocarbonos (CFC). La generación de energía renovable puede clasificarse en 5 categorías principalmente: eólica, geotermia, biomasa, solar e hidráulica.

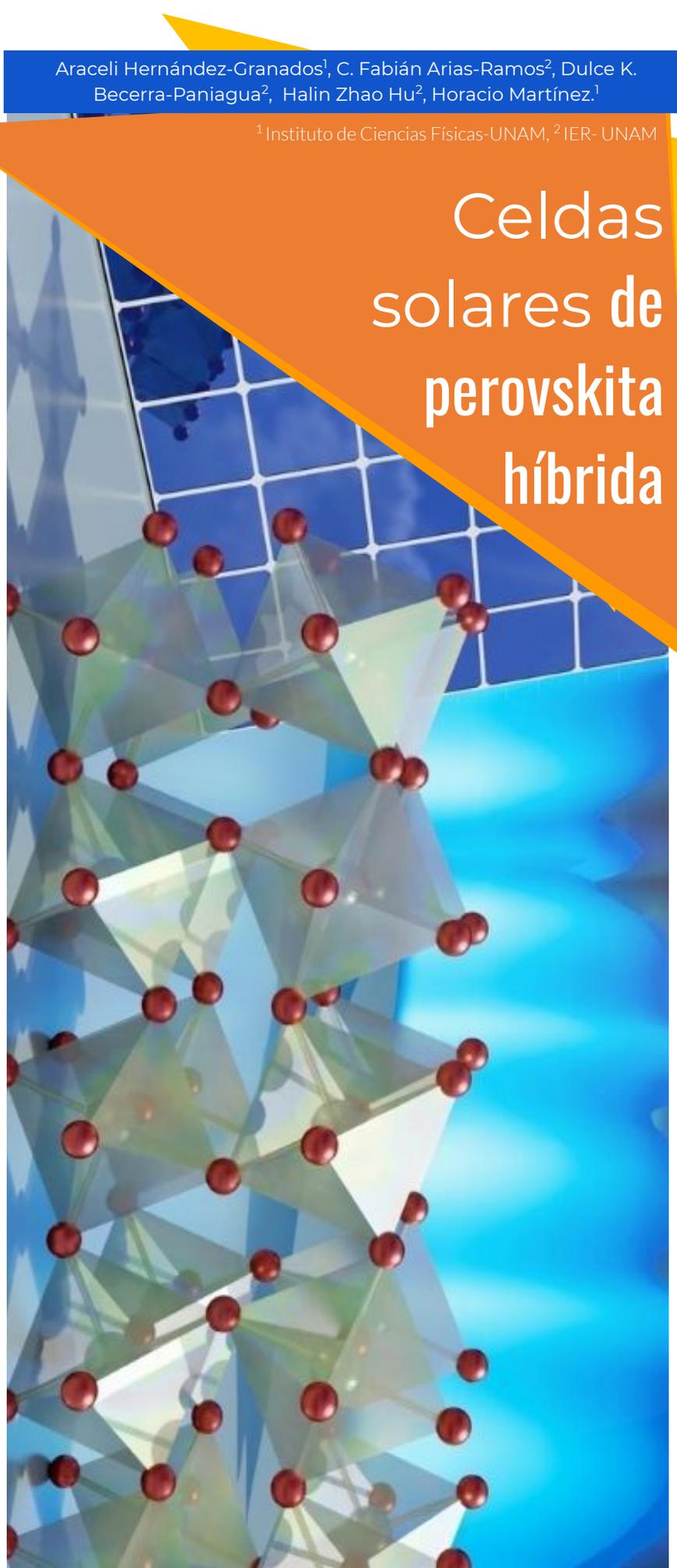
Sin embargo, es la energía solar fotovoltaica la que ha destacado por su basta capacidad de ser explotada, así lo confirma la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la cual presentó en su informe que la energía solar fotovoltaica tuvo un crecimiento del 50 % durante el año 2017 en comparación con el año 2016 (crecimiento de producción superior al del carbón).

El desarrollo de esta tecnología se divide principalmente en tres generaciones de celdas solares, aun cuando la primera generación es la que domina el mercado por sus altas eficiencias, la segunda generación ha tenido logros importantes derivados de celdas de película delgada.

Sin embargo, la tercera generación ha destacado en los últimos años por su bajo costo, el uso de materiales no tóxicos y abundantes, entre otras ventajas. En el campo de celdas fotovoltaicas de tercera generación principalmente se han seguido dos estrategias.

Históricamente uno de los primeros logros fue la celda de tinte (DSSC, *dye sensitized solar cell*), la idea partió de utilizar una estructura nanoestructurada de dióxido de titanio (TiO_2), tintes orgánicos e inorgánicos.

Celdas solares de perovskita híbrida



Otros ejemplos son las celdas nanoestructuradas que han sido ampliamente estudiadas, la gran mayoría se basan en óxidos metálicos (MOs) ya que son abundantes, no tóxicos y químicamente estables. Dentro de los óxidos metálicos más estudiados se encuentra el TiO_2 por ser un material versátil y útil para aplicaciones de fotocatalisis, generación de hidrógeno y energía solar, por mencionar algunas. Dentro de las celdas de tercera generación destacan las celdas sensibilizadas y celdas híbridas orgánicas inorgánicas de perovskita

En el caso de las celdas de perovskita, éstas han logrado atraer la atención mundial por sus altas eficiencias de conversión de energía, las cuales han pasado del 3.8 % al 25.6 % en los últimos 10 años^[1].

Este progreso ha llamado tanto la atención que han sido catalogadas como el posible remplazo de la tecnología de silicio.

Sin embargo, existen algunas desventajas que se deben mejorar como la estabilidad del dispositivo por la degradación de la capa de perovskita y la fabricación a gran escala por mencionar algunas.

CELDAS DE PEROVSKITA

El término de perovskita se refiere a la estructura cristalina del titanato de calcio (CaTiO_3), que fue descubierta por el mineralogista alemán Gustav Rose en 1839 y fue llamada así en honor al mineralogista Count Lev Perovski.

En la actualidad, perovskita se refiere a los compuestos que cumplen una fórmula general de ABX_3 , donde A y B son cationes con diferente tamaño y X es un anión.

En el caso de las perovskitas de haluros organometálicos "A" es un catión orgánico (CH_3NH_3^+ , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$), "M" es un catión metálico divalente (Pb^{2+} , Sn^{2+}) y "X" es un anión haluro monovalente (F^- , I^- , Br^- , Cl^-). En la Figura 1 se observa la estructura ideal de una perovskita con ABX_3 , la cual tiene una celda unitaria cúbica, los átomos en las esquinas de la celda unitaria son los de "A", el átomo del centro corresponde a "B" y los átomos en las caras de la celda son los de "X".

Los átomos del catión "B" forman un octaedro con los 6 aniones "X" más cercanos y el catión A forma está rodeado por 12 aniones "X".

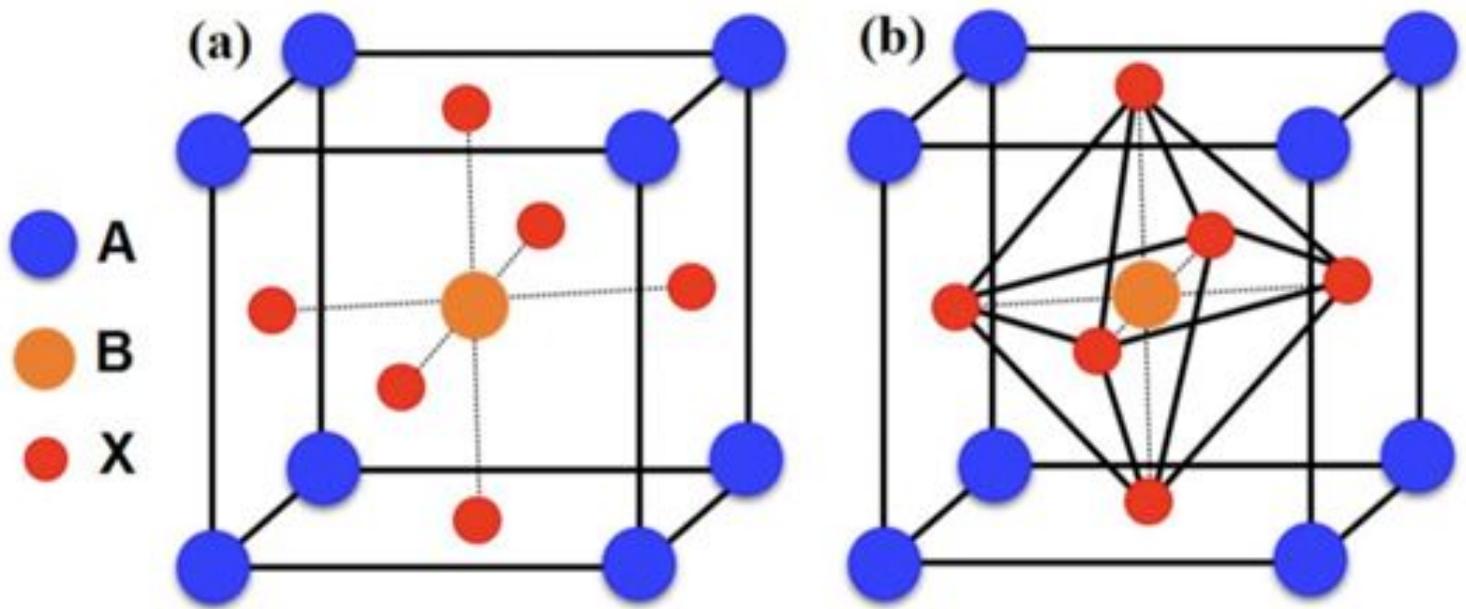


Figura 1: Esquema de una perovskita ideal: a) posición de los átomos y b) formación del octaedro BX_6 ^[2].

Las perovskitas tienen gran interés básico y tecnológico. Sus estructuras les conceden propiedades que van de ser aislantes hasta metálicas.

Las publicaciones sobre este tema van en aumento y su principal aplicación es en materiales fotovoltaicos.

Debido a las propiedades que presenta y que pueden ajustarse con síntesis química, se han aplicado en celdas de tipo: tinte, mesoscópicas, planares de heterounión y libres de materiales transportadores hueco-electrón. Sin embargo, las configuraciones que han sido más estudiadas son los de tipo planares (ausencia de una película mesoporosa) y las mesoscópicas (película mesoporosa).

Aun cuando ambas han presentado excelentes eficiencias, la configuración mesoscópica es la que posee la mayor eficiencia reportada^[3].

Este tipo de configuración generalmente se compone de: a) un sustrato conductor, b) una capa compacta bloqueadora, generalmente de dióxido de titanio (TiO_2), óxido de zinc (ZnO) u óxido de níquel (NiO), c) una capa transportadora de electrones (ETL) hecha de películas mesoporosas de óxido de zinc, óxido de titanio, óxido de aluminio (Al_2O_3), d) una capa transportadora de huecos (HTL) con materiales inorgánicos (CuSCN), polímeros [poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl, P3HT) o moléculas pequeñas [2,2',7,7'-Tetrakis-(N,N-di-4-methoxyphenylamino)-9,9'-spirobifluorene, Spiro-MeOTAD] y como parte final del dispositivo, e) contactos de oro, carbón o plata.

LABORATORIO CELDAS SOLARES HÍBRIDAS O POLIMÉRICAS, IER-UNAM

En el laboratorio de celdas solares híbridas o poliméricas del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (IER-UNAM) dirigido por la Dra. Hailin Zhao Hu, se lleva a cabo la línea de investigación de desarrollo de materiales semiconductores orgánicos e inorgánicos para su aplicación en celdas fotovoltaicas y en los últimos cinco años se ha trabajado arduamente en la investigación de celdas de perovskitas híbridas.

Como toda curva de aprendizaje, las celdas solares de perovskitas híbridas en este laboratorio comenzaron en 2015 con 0.53 % de eficiencia y han ido en aumento, hasta llegar a 18.04 % de eficiencia en 2019 en un área de 0.1 cm^2 .

Esto gracias a la contribución de un gran equipo de trabajo de estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado y posdoctorado.

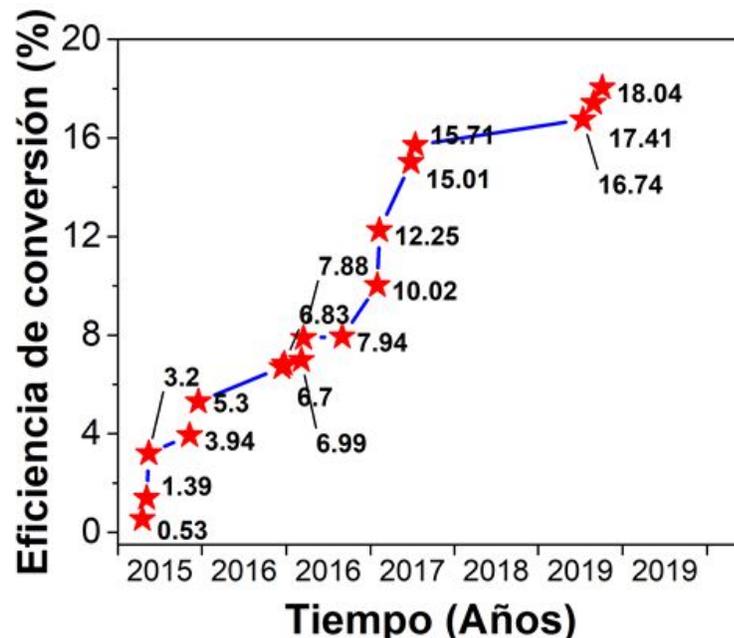


Figura 2: Línea del tiempo de la eficiencia de las celdas solares de perovskita híbrida del laboratorio de celdas solares híbridas o poliméricas (IER-UNAM).

AGRADECIMIENTOS

AHG agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo de la beca posdoctoral y al laboratorio de celdas solares híbridas, poliméricas del IER-UNAM.

REFERENCIAS

- [1] "UNIST, EPFL claim 25.6% efficiency world record for perovskite solar cell - pv magazine International." <https://www.pv-magazine.com/2021/04/06/unist-epfl-claim-25-6-efficiency-world-record-for-perovskite-solar-cell/> (accessed Nov. 01, 2021).
- [2] G. A. Al-Dainy, S. E. Bourdo, V. Saini, B. C. Berry, and A. S. Biris, "Hybrid Perovskite Photovoltaic Devices: Properties, Architecture, and Fabrication Methods," *Energy Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 373-401, 2017, doi: 10.1002/ente.201600486.
- [3] W. S. Yang *et al.*, "Iodide management in formamidinium-lead-halide-based perovskite layers for efficient solar cells," *Science* (80-.), vol. 356, no. 6345, pp. 1376-1379, Jun. 2017, doi: 10.1126/SCIENCE.AAN2301.